

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITIJI

注水泵工

ZHU SHUI BEN GONG

(上册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

《职业技能培训教程与鉴定试题集》

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东
史殿华 郭学柱 丁传峰 郭进才 刘晓华
巩朝勋 冯朝富 王阳福 刘 英 申 泽
商桂秋 赵 华 时万兴 熊术学 杨诗华
刘怀忠 张 镇 纪安德

前 言

为提高石油工人队伍素质，满足职工培训、鉴定的需要，中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了这套《职业技能培训教程与鉴定试题集》。这套书包括 44 个石油天然气行业特有工种和 21 个社会通用工种的职业技能培训教程与鉴定试题集，每个工种依据《国家职业（工人技术等级）标准》分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别编写。

本套书的编写坚持以职业活动为导向，以职业技能为核心的原则，打破了过去传统教材的学科性编写模式。依据职业（工种）标准的要求，教程分为基础知识部分和技能操作与相关知识部分。基础知识部分是本职业（工种）或本级别应掌握的基本知识；技能操作与相关知识是本级别应掌握的基本操作技能与正确完成技能操作所涉及的相关知识。试题集中理论知识试题分为选择题、判断题、简答题、计算题四种题型，以客观性试题为主；技能操作试题在编写中增加了考核内容层次结构表，目的是保证鉴定命题的等值性和考核质量的统一性。为便于职工培训和鉴定复习，在每个工种、等级理论知识试题与技能操作考核试题前均列出了《鉴定要素细目表》，《鉴定要素细目表》是考核的知识点与要点，是工人培训的知识大纲和鉴定命题的直接依据。为保证职工鉴定前能够进行充分的考前培训、学习，真正达到提高职工技术素质的目的，此次编入试题集中的理论知识试题只选取了试题库中的部分试题，职工鉴定前复习时应严格参照教程与试题集的《鉴定要素细目表》，认真学习本等级教程规定内容。

为使用方便，本套书中《注水泵工》分上、下两册出版，上册为初级工和中级工两个级别的内容，下册为高级工、技师两个级别的内容。《注水泵工》由大庆油田组织编写，主编魏连凯、陈平。主要参编人员及负责编写的篇目如下：

上册第一部分由陈平编写，第二、五部分由魏连凯编写，第三部分由孙建国编写，第四部分由何登龙、李军编写，第六部分由陈光编写，第七部分由史秀芹编写，第八部分由刘洪义编写。下册第一部分由陈光编写，第二、五部分由陈平编写，第三、六部分由魏连凯编写，第四部分由刘洪义、何登龙编写，第七部分由田建龙编写，第八部分由史秀芹编写。最后经中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家审定，参加审定的专家有长庆油田王伟，中原油田张家宝、庞正宽，大庆油田杨明亮、于立英等。他们为本书提供了大量的资料和修改意见，在此表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和错误，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2003 年 10 月

目 录

初 级 工

国家职业标准 (初级工工作要求)	(3)
------------------------	-------

第一部分 初级工基础知识

第一章 石油与天然气	(4)
第一节 石油	(4)
第二节 天然气	(5)
第二章 油层物理性质	(8)
第一节 岩石的孔隙度	(8)
第二节 岩石的渗透率	(8)
第三节 油、气、水饱和度	(9)
第三章 注水工艺流程	(11)
第一节 注水井站工艺流程	(11)
第二节 注水泵站工艺流程	(11)
第三节 注水系统工艺流程	(12)
第四章 注入水源与水质	(15)
第一节 注水水源	(15)
第二节 注水水质及标准	(15)
第三节 油藏注水水质的分析方法	(18)
第五章 水质净化及设备	(23)
第一节 地面水净化方法及设备	(23)
第二节 地下浅层水净化	(24)
第三节 含油污水处理及设备	(25)
第六章 注水泵机组	(29)
第一节 离心泵的结构	(30)
第二节 离心泵的工作原理及分类	(34)
第三节 柱塞泵的结构	(37)
第四节 柱塞泵的工作原理与分类	(38)
第五节 注水泵的主要性能参数	(39)
第六节 机泵的选择	(43)

第七节 注水泵机组润滑系统	(45)
第八节 注水泵机组冷却系统	(48)
第九节 注水泵机组保护系统	(48)
第七章 注水泵站操作	(50)
第一节 高压离心注水泵机组的操作	(50)
第二节 电动柱塞泵的使用与维护	(52)
第八章 常用仪器、仪表	(54)
第一节 流量测量仪表	(54)
第二节 温度测量仪表	(57)
第三节 压力测量仪表	(57)
第四节 电气测量仪表	(60)
第九章 注水常用阀门基础知识	(63)
第一节 常用阀门型号	(63)
第二节 常见阀门的用途及选用	(64)
第三节 安全阀	(65)
第十章 绘制工艺流程图基本知识	(66)
第一节 工艺流程图绘制常识	(66)
第二节 工艺流程图的识图方法	(67)
第十一章 常用工具知识	(68)
第一节 常用工具、用具	(68)
第二节 常用量具	(71)
第十二章 安全生产	(75)
第一节 防火防爆	(75)
第二节 灭火方法及消防器材的使用	(77)
第三节 油田生产安全技术	(78)

第二部分 初级工技能操作与相关知识

第一章 基本操作	(80)
第一节 注水泵启动前、倒泵及停泵后的检查	(80)
第二节 注水泵启动、倒泵及停泵操作	(84)
第二章 录取资料	(90)
第一节 污水悬浮物含量的测定	(90)
第二节 污水含油量的测定	(91)
第三节 测量储水罐储水量	(92)
第三章 整理资料	(93)
第一节 填写生产运行报表	(93)
第二节 计量注水量	(95)
第四章 管理设备	(97)
第一节 过滤罐正常运行操作	(97)

第二节 取过滤罐进出口水样	(98)
第三节 过滤罐反冲洗操作	(100)
第四节 检查、清洗过滤器滤网	(102)
第五节 安装校验压力表	(104)
第五章 维护设备	(108)
第一节 更换常用离心泵密封填料	(108)
第二节 更换常用高压阀填料	(110)
第三节 注水泵例行保养操作	(113)
第六章 绘图	(115)
第一节 绘制管阀示意图	(115)
第二节 绘制储水罐流程图	(115)
第三节 绘制注水站简单流程图	(116)

第三部分 初级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(118)
理论知识试题	(121)
理论知识试题答案	(141)

第四部分 初级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(144)
鉴定要素细目表	(145)
测量模块	(146)
技能操作试题	(154)
组卷示例	(183)

中 级 工

国家职业标准 (中级工工作要求)	(189)
------------------------	-------

第五部分 中级工基础知识

第一章 油气藏与驱动类型	(190)
第一节 油气藏的概念	(190)
第二节 油气藏的类型	(190)
第三节 驱动方式	(191)
第四节 注水开发方式	(192)

第二章 油田储量及开发方案	(193)
第一节 储量的概念及计算方法.....	(193)
第二节 油田开发方案的形成与编制.....	(193)
第三节 油田开发中的布井方式.....	(194)
第四节 原油采收率的计算.....	(195)
第三章 注水水质标准	(196)
第一节 常用注水水质标准.....	(196)
第二节 注入水指标超标的危害.....	(197)
第四章 注水系统运行参数调节	(199)
第一节 离心式注水泵工作参数调节.....	(199)
第二节 柱塞式注水泵工作参数调节.....	(200)
第三节 注水系统运行参数调节.....	(202)
第五章 常用注水仪表	(203)
第一节 常用仪表的种类.....	(203)
第二节 水表的规格与选择.....	(203)
第三节 水表的校验、安装和使用要求.....	(204)
第六章 电工基础	(207)
第一节 电工基本知识.....	(207)
第二节 安全用电常识.....	(209)
第七章 注水常用电气设备及装置	(212)
第一节 常用低压电气设备.....	(212)
第二节 常用高压电气设备.....	(212)
第三节 电动机.....	(213)
第四节 变压器.....	(221)
第八章 注水泵站管理	(223)
第一节 机泵设备、管阀和容器管理.....	(223)
第二节 水质监测管理.....	(223)
第三节 润滑油管理.....	(224)
第四节 加药管理.....	(225)
第五节 仪器仪表使用管理.....	(225)
第九章 机泵常见故障判断与处理	(226)
第一节 离心泵常见故障与处理.....	(226)
第二节 柱塞泵常见故障及故障原因.....	(229)
第十章 轴承的分类和用途	(231)
第一节 概述.....	(231)
第二节 滑动轴承.....	(231)
第三节 滚动轴承.....	(232)
第四节 滚动轴承的类型及配合.....	(235)
第十一章 常用润滑油和润滑脂知识	(238)
第一节 概述.....	(238)

第二节 润滑油	(239)
第三节 润滑脂	(242)
第十二章 班组经济核算知识	(244)
第一节 班组经济核算的概念和任务	(244)
第二节 班组经济核算的内容	(244)
第三节 班组经济核算的方法	(245)

第六部分 中级工技能操作与相关知识

第一章 基本操作	(247)
第一节 清洗机泵轴瓦	(247)
第二节 检查离心泵平衡盘	(249)
第二章 录取资料	(252)
第一节 绘制流量与扬程关系曲线	(252)
第二节 注水罐水位测定	(253)
第三章 管理设备	(255)
第一节 调节泵的压力和排量	(255)
第二节 安装水表	(257)
第三节 过滤润滑油	(264)
第四章 维护设备	(266)
第一节 更换法兰垫片	(266)
第二节 注水泵的一级保养	(267)
第三节 使用兆欧表测量电动机绝缘电阻	(270)
第四节 电动机温升的测量	(272)
第五节 电动机接线操作	(273)
第六节 电动机加注润滑油操作	(276)
第五章 故障处理	(278)
第一节 电动机一般故障的判断与处理	(278)
第二节 注水泵一般故障的判断与处理	(283)
第三节 注水站紧急停电故障处理	(287)

第七部分 中级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(289)
理论知识试题	(293)
理论知识试题答案	(316)

第八部分 中级工技能操作试题

考核内容层次结构表.....	(324)
鉴定要素细目表.....	(325)
测量模块.....	(326)
技能操作试题.....	(331)
参考文献.....	(363)

初 级 工

国家职业标准（初级工工作要求）

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
操作管理注水泵	(一) 操作注水泵	1. 能进行注水泵启泵前检查 2. 能进行注水泵倒泵检查 3. 能进行注水泵停泵检查 4. 能进行注水泵启动操作 5. 能进行注水泵倒泵操作 6. 能进行注水泵停泵操作	1. 注水泵的分类 2. 注水泵的工作原理 3. 注水泵检查的技术要求与规范 4. 注水泵启泵操作规程 5. 注水泵倒泵操作规程 6. 注水泵停泵操作规程 7. 注水泵运行检查内容
	(二) 录取资料	1. 能测量水中悬浮物含量 2. 能测定污水含油量 3. 能测量储水罐储水量	1. 注水水质及标准 2. 注水水质的测定和分析方法 3. 注入水各种指标超标的危害 4. 储水罐储水量的计算方法
	(三) 填写报表	1. 能填写生产运行报表 2. 能计量水量	1. 资料内容的定义和填写标准 2. 水量的计算方法
	(四) 管理设备	1. 能进行过滤罐正常运行时的操作 2. 能取过滤罐进、出口水样 3. 能进行过滤罐反冲洗操作 4. 能检查泵过滤器滤网 5. 能清洗泵过滤器滤网 6. 能安装校对压力表	1. 过滤罐的种类、工作原理及作用 2. 过滤罐运行的操作规程 3. 过滤罐进出口取水样操作规程 4. 过滤罐反冲洗操作规程 5. 检查泵过滤器滤网的操作规程 6. 清洗泵过滤器滤网的操作规程 7. 压力表的种类与技术规范 8. 安装校对压力表的操作规程
	(五) 维护设备	1. 能更换离心泵密封填料 2. 能更换常用高压阀填料 3. 能进行常用注水泵例行保养操作	1. 密封填料的种类、规格 2. 更换离心泵密封填料的操作规程 3. 常用高压阀门的种类及技术规范 4. 常用高压阀填料的种类、规格 5. 更换常用高压阀填料的操作规程 6. 常用注水泵例行保养的操作规程
	(六) 绘图	1. 能绘制管阀示意图 2. 能绘制储水罐流程图 3. 能绘制注水站简单流程图	1. 图线及其画法 2. 绘图方法 3. 管阀的标识 4. 注水泵站工艺流程 5. 注水系统主要工艺流程

第一部分 初级工基础知识

第一章 石油与天然气

第一节 石 油

石油是一种以液体形式存在于地下岩石孔隙中的可燃性有机矿产。从直观上看，它表现为比水稠但比水轻的油脂状液体，多呈褐黑色；化学上是以碳氢化合物为主体的复杂的混合物。液态石油中通常溶有相当数量的气态烃和固态烃，还有极少量的悬浮物。它本身具有自己独特的性质，是一种埋藏在地下的、具有流动性的有机可燃矿物，其聚集起来就成为矿产。

一、石油的物理性质

1. 颜色

石油的颜色变化范围比较大，一般呈棕黑色、深褐色、黑绿色等，也有无色透明的。石油的颜色，往往取决于石油中胶质、沥青质的含量。胶质、沥青质含量愈高则颜色愈暗。一般轻质油的颜色微带黄橙色且又透明；重质油多见于黑色。

2. 密度

单位体积原油的质量称为原油密度，其单位是： kg/m^3 (g/cm^3)。石油密度的变化比较大，一般在 $0.75 \sim 1.0 \text{g/cm}^3$ 之间，特殊情况小于或等于 0.75g/cm^3 ，不同的油田或相同油田的不同层位中，石油的密度也不相同，密度的大小是衡量石油质量好坏的标准之一。一般来说，密度小、油质好；密度大、油质差。密度的大小决定于石油的组成成分，通常把密度小于 0.9g/cm^3 的石油称为轻质油，大于 0.9g/cm^3 的称为重质油。

3. 粘度

粘度是指液体本身发生相对位移时所受的摩擦力和阻力。石油粘度变化决定于温度、压力和石油的化学成分。温度增高，石油粘度降低，而压力增高，则粘度增大。石油中轻质油组分增加，粘度随着降低。石油粘度同密度一样，在不同油田和不同油层变化是很大的。

4. 溶解性

石油具有溶于有机溶剂的性质。石油能溶解于氯、四氯化碳、苯、石油醚、醇（酒精）等溶剂，但不溶于水。

5. 发热量

石油发热量变化在 $37681 \sim 46054 \text{kJ/kg}$ 之间，因石油的产地不同，其化学成分和发热量也有不同。烷烃、芳香烃石油的发热量高。

6. 荧光性

在紫外线照射下，石油能发出一种特殊的“光亮”，这种特性被称为荧光性。石油的油

质组分发浅蓝色明亮的荧光；胶质组分发淡黄色半明亮的荧光；沥青质组分发褐色暗淡的荧光。石油发出的荧光属于一种冷发光现象，大部分石油产品都具有荧光性。用荧光分析方法可以鉴定岩样中的石油储量和石油的质量和数量。

7. 旋光性

当偏光通过石油时，偏光面对其原来的位置来说，旋转了一定角度，这个旋转角被称为旋光角。这种使偏光面发生旋转的特性被称为旋光性。石油的旋光性是石油有机生成理论的重要根据。

8. 凝固点

由于温度下降，石油从开始凝固为固态时的温度称为凝固点。石油凝固点的大小与石油中重质组分的含量有关，特别是与石蜡的含量有关。石蜡含量多、凝固点高；相反，石油中轻质组分含量高、凝固点就低。

9. 含蜡性

石油中以溶解状态和悬浮状态存在的石蜡占石油重量的百分数称为石油的含蜡量。含蜡量多时，石油的相对密度也较大。

二、石油的组成

1. 化学成分

石油是碳氢化合物，碳含量为 80%~90%，氢约 10%~14%，碳氢比在 5.9~8.5 之间。其他元素如氧、硫、氮等约占 1%~3% 左右，这些元素对石油性质的影响很大。

2. 石油的组分

(1) 油质：是石油中所含的一种深色的、几乎全部由碳氢化合物所组成的混合性液体，油质是组成石油的重要组分。油质含量高，颜色较浅，石油质量就好；反之质量就差。

(2) 胶质：胶质是粘性的或玻璃质的半固体或固体物质，多为环烷族烃和芳香族烃组成。在轻质石油中胶质含量一般不超过 4%~5%，而在重质石油中胶质含量可达 20%，石油之所以呈褐色或黑色，其原因就是石油中存在胶质。

(3) 沥青质：沥青质为暗褐色的脆性固体物质。沥青质的组成元素与胶质基本相同。只是碳氢化合物减少了，而氧、硫、氮的化合物增多了。沥青质不溶于酒精或轻汽油，但易溶于苯、二硫化碳、三氯甲烷和氯仿等有机溶剂中，而形成胶状溶液。沥青质和胶质含量高时，石油的质量就比较差。

(4) 炭质：炭质是一种非碳氢化合物的物质，不溶于中性有机溶剂。炭质是黑色固体物质，石油中一般不含或极少含炭质。

第二节 天 然 气

在石油地质学中所指的天然气是指与石油有相似产状的通常以烃类为主的气体，即指油田气、气田气、凝析气和煤成气等，天然气是以气态碳氢化合物为主的各种气体组成的混合气体。

一、天然气的组成和分类

天然气是各种气体的混合物，其主要成分是各种气态碳氢化合物，其中甲烷 (CH_4) 占绝对多数，一般含量都大于 80%，其次为乙烷 (C_2H_6)、丙烷 (C_3H_8)、丁烷 (C_4H_{10}) 及其他重质气态烃，它们是天然气中的主要可燃成分。除上述烃类气体外，天然气中还含有少

量二氧化碳 (CO_2)、氮气 (N_2)、氧气 (O_2)、氢气 (H_2)、硫化氢 (H_2S)、一氧化碳 (CO) 等气体。

1. 根据重烃含量分类

一般情况下相对密度在 0.58~1.6 之间的多为干气，相对密度在 1.6 以上的多为湿气。

(1) 干气：天然气的化学组成以甲烷为主，甲烷含量在 98% 以上，乙烷与乙烷以上的重烃很少或没有。这样的气体称为干气。它可来自地下干气藏也可由煤田气、沼泽气聚集而成。干气可形成纯气田。

(2) 湿气：天然气的化学组成仍以甲烷为主，甲烷含量在 80%~90% 之间，乙烷与乙烷以上的重烃超过 10%~20%，这样的气体称为湿气。它的出现可以标志地下深部有油藏存在。

(3) 伴生气：天然气的化学组分中，甲烷含量在 80% 以下的气体称为伴生气。

湿气常与石油相伴生，而干气多与纯气藏有关。

2. 根据矿藏分类

(1) 气田气：天然气中主要含甲烷，约占 80%~98%，重烃气体很少，约占 0~5%，不含戊烷或戊烷以上的重烃或含量甚微。

(2) 油田气：天然气中主要成分除含甲烷外，乙烷与乙烷以上的重烃较多，在 5%~10% 以上，和石油共生，又称为石油气。

(3) 凝析气：天然气中除含有大量甲烷外，戊烷或戊烷以上的烃类含量也较高，含有汽油和煤油组分。主要是由于油、气藏的埋藏深度大，处于高温、高压下的碳氢化合物为单相气态，采到地面后，由于温度、压力降低而发生凝结，由原来单相气态的碳氢化合物转为液态石油。近些年来，发现许多凝析气油田，在开采时，从井底喷上来的气体，到井口附近，由于压力和温度降低而转化为汽油。

(4) 煤成气：天然气中除含有大量甲烷外，重烃气体含量很少，但有较多的二氧化碳气。

二、天然气的物理性质

1. 天然气密度

单位体积气体的质量称天然气密度，单位是“千克每立方米” (kg/m^3)。工作中常采用的是相对密度，即在某一压力和温度下的天然气密度，与在标准条件下同体积干燥空气的密度之比值。密度的大小与气体的组分成正比，相对密度在 0.58~1.6 之间多为干气，相对密度在 1.6 以上的称为湿气。

2. 蒸气压力

将某种气体变成液体时所需要的最低压力叫该气体的饱和蒸气压力。蒸气压力随温度的增高而增高。

3. 溶解度

任何气体均有不同程度的溶解于液体的性能，气体溶于液体的数量，决定于液体与气体的性质、压力、温度及已溶于液体中的其他溶解物质的特点。在地层中，天然气一般溶于油和水，轻质石油比重质石油溶解容易得多，而重的碳氢化合物气体较轻的碳氢化合物气体易于溶解。当天然气溶于石油后就会降低石油的密度、粘度及表面张力，使石油的流动性增大。

4. 热值

每立方米天然气燃烧时，所发出的热量称为热值，其单位为： kJ/m^3 。气体的热值变化很大，天然气中的湿气具有最大的发热量，可达 $83\text{kJ}/\text{m}^3$ ，远远小于石油的发热量。

5. 天然气的粘度

是天然气流动时气体内部分子间的摩擦力。

6. 天然气的体积系数

天然气在油层条件下所占的体积与在标准状况（ 20°C ， 0.101MPa ）下所占体积的比值。单位是“立方米每立方米”（ m^3/m^3 ）。

7. 弹性压缩系数

压力每变化 1MPa ，气体体积的变化率。